

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究終了報告書】

① 研究代表者	氏名 (ふりがな)		所属	役職
	ふじわら あきまさ 藤原 章正		広島大学大学院	教授
② 研究 テーマ	名称	質の高い交通時代のモビリティの価値の計測手法開発に関する研究		
	政策 領域	[主領域] (※政策領域が複数の場合、 主領域と副領域を記入) [副領域]	公募 タイプ	タイプI (政策実現型)
③ 研究経費 (単位:万円)	平成29年度	平成30年度	令和元年度	総合計
	※端数切り捨て。実際の研究期間 に応じて記入欄を合わせることに 3,343	4,298	3,260	10,902
④ 研究者氏名 (研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)				
氏名		所属・役職 (※令和2年3月31日現在)		
藤原 章正		広島大学大学院国際協力研究科・教授		
加藤 浩徳		東京大学大学院工学系研究科・教授		
桑野 将司		鳥取大学大学院工学研究科・教授		
塩飽 邦憲		島根大学医学部・特任教授		
力石 真		広島大学大学院国際協力研究科・准教授		
張 峻屹		広島大学大学院国際協力研究科・教授		
⑤ 研究の目的・目標 (提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)				
<p>超高齢社会を迎えたわが国では「質の高い交通」サービスが求められている。質の高い交通とは、例えば異質な主体間・貨客間が混乗するデマンド交通、ヒューマンエラーを予防する自動運転車両(レベル3相当)、異モードが連携し共同運行するシームレスなマルチモーダルサービスなど、革新的技術に支えられて実現するきめ細かな移動サービスをいう。こうしたサービスは特に心身機能が低下した高齢者にとって有用と考えられるが、いくつかの点で交通の価値(Value Of Mobility: VOM)の計測方法を見直す必要がある。</p> <p>本研究は、異なる時間価値や時間制約を持つ移動主体が共生する超高齢社会において、モビリティの価値の計測方法を再構築するものである。</p>				

⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等(外注を実施している場合は、その役割等も含めて)について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

1. 混乗サービスによる移動の価値

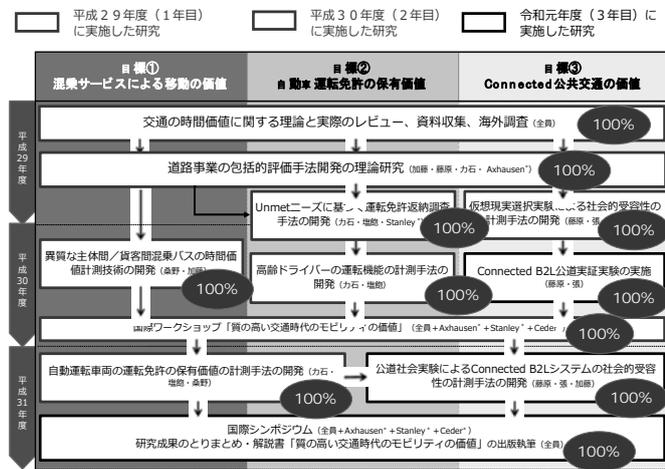
過疎地域における貨客混載サービスに対する多様な時間短縮価値の計測方法、自動運転車内のマルチタスク行動が居住地選択行動に及ぼす影響、グリーン・スロー・モビリティサービスの利用価値の計測方法を取りまとめた。

2. 自動車運転免許の保有価値

高齢者の自動車運転免許返納のための診断システムの開発、アンメットニーズに基づく高齢者の運転免許保有の価値の計測、自動車運転免許返納に関する世帯の意思決定構造の計測、中山間地域におけるライドシェアの成立可能性の計測を行った。

3. Connected公共交通の価値

自動運転車のリスク認知と社会的受容性の計測、仮想現実選択実験による自動運転バスとLRTの協調サービスの価値の計測、社会実験による自動運転バスとLRTの協調システムの価値の計測を行った。



⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

【指摘事項1】今後の地元調整等の結果、仮にConnected公共交通システムの公道実証実験が研究期間内に実施されない場合に、どのようにして、これに関わる「交通の時間価値」を計測し当初目標を達成するのかを検討いただきたい。このために必要であれば、研究計画を修正いただきたい。

【対応状況】Connected公共交通システムの価値は、①自動運転バスとLRTの電停共有によるアクセシビリティ改善効果、②自動運転技術の社会的受容性、の2つの側面で計測する。公道実証実験が実施できない場合に備えて、①については広電本社前電停を路線バスも乗り入れられるように3mに拡幅した。②について前年度に実施したバーチャルリアリティによる仮想選択実験のデータを用いて計測するよう予備体制を敷いた。結果的には、2019年11月に計画通り公道実証実験を実施した。

【指摘事項2】理論研究、事例研究それぞれの成果をわかりやすく、体系的にまとめていただきたい。また、「質の高い交通時代の道路事業の包括的評価手法」について、既存の道路事業の評価手法と比較できる形で、その有用性を示していただくことが望まれる。

【対応状況】アウトプットを体系化し、成果報告レポートの中で質の高い交通時代の道路事業の包括的評価手法の有用性について記述した。

⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

本研究で得られた知見を、交通時間短縮の価値、アクセシビリティ改善の価値、コネクティビティ改善の価値、以下の4つの視点で集約する。

1. 交通時間短縮の価値に関する知見

(1-1) 過疎地域における貨客混載サービスに対する多様な時間短縮価値の計測

過疎地地域を中心に、物流と人流を統合し効率的に運用することができる貨客混載サービスでは、時間価値の異なる多様な利用者が同乗するため、まず交通手段選択モデルを構築し、多様な時間短縮価値を計測した。時間価値の異質性を考慮し、ひとつの輸送サービスとして統合した運行経路の最適化手法を開発した。この成果を国際会議の査読付論文として公表した。

(1-2) 自動運転車内のマルチタスク行動が居住地選択行動に及ぼす影響の計測

レベル5の完全自動運転車では、移動中に諸活動を行うマルチタスクが可能となり、長い旅行時間に対する抵抗感が低くなることをSP調査により実証した。活動種類ごとにマルチタスクの実施可能性を計測し、自動運転車の単独利用、ライドシェアのシナリオにおいて、居住地選択行動モデルを構築し、この自動運転車の特性が都市構造の変化（スプロール化）を引き起こす可能性があることを示した。この研究成果を国内外の学会で論文として公表した。

(1-3) グリーン・スロー・モビリティサービスの利用価値の計測

低速で移動し環境に優しいグリーン・スロー・モビリティ（GSM）サービスの利用価値の計測のための調査・分析方法について知見を得た。中山間地域においてGSMを実際に導入し、その有用性を確認した。研究の成果を社会実験を通して公開した。

2. アクセシビリティ改善の価値に関する知見

(2-1) 高齢者の自動車運転免許返納のための診断システムの開発

認知症等の疾患が進行した高齢ドライバーが、自動車運転免許を継続して保有し、運転することの妥当性を計測するための診断システムを開発し、公道での走行実験を行って、その適用性を明らかにした。研究成果の一部を国内学会で論文として公表し、地方紙等のメディアで紹介された。

(2-2) アンメットニーズに基づく高齢者の運転免許保有の価値の計測

アンメットニーズの概念を用い、高齢ドライバーが運転免許保有を継続することの価値を交通手段選択モデルにより計測する方法について知見を得た。成果の一部を日本交通政策研究会の刊行物として公表した。

(2-3) 自動車運転免許返納に関する世帯の意思決定構造の計測

自動車運転免許返納の意思決定が世帯単位で行われることに着目し、高齢者当人と家族との間のコミュニケーションを通じた集団意思決定構造を組み込んだ免許返納行動モデルを構築し、その有効性を検証した。研究成果は国際交通行動学会で高く評価され、英文書籍として出版された。

(2-4) 中山間地域におけるライドシェアの成立可能性の計測

運転者と利用者がともに不足する中山間地域において、両者のミーティングポイントを設け、活動スケジュール制約のなかで運行するライドシェアの成立可能性を計測するシミュレーションモデルを構築した。その成果を国内の学会で論文として公表した。

⑧研究成果（つづき）

3. コネクティビティ改善の価値に関する知見

（3-1）自動運転車のリスク認知と社会的受容性の計測

路車間および車車間通信システムに依存して運行する自動運転技術の社会実装にあたり、新技術に対するリスク認知マップ（Slovic）の構築を行った結果、住民は新しい科学技術に対して「恐怖のリスク」と「未知のリスク」を感じており、特に自動運転車に対しては、他のどの科学技術よりも未知のリスク認知度が高いことが示された。この成果は学術論文として国際雑誌に掲載された。

（3-2）仮想現実選択実験による自動運転バスとLRTの協調サービスの価値の計測

仮想現実（VR）選択実験を通して、現存しない自動運転バスとLRTの協調サービスの価値の計測方法の開発を行った。モニターに対するアンケート調査とVR選択実験の注視点分析により、LRTの軌道敷内をレーンキープ走行し、停留所では先行停車車両を認知して正着する自動運転バスの社会的受容性について計測した。その成果を国内の学会で論文として公表した。

（3-3）社会実験による自動運転バスとLRTの協調システムの価値の計測

自動運転バスが一般車道からLRT軌道敷に運転操作なしで侵入し、追従走行した後、再び車道へ戻るという世界で初めての自動運転バスとLRTの協調システムの社会実験を実施した。実験中には各種センサーを用いた自動運転バスの走行精度の分析に加えて、一般利用者を対象としたモニター調査を実施し、乗車前後における自動運転バスに対するリスク認知や利用意向の変化を計測した。これにより、自動運転バスとLRTの協調サービスの価値について貴重な知見を得た。この研究成果の速報は、ITSシンポジウムに英文論文として投稿中である。

4. レジリエンス改善の価値に関する知見（追加研究）

3年間の研究期間半ばにあたる2018年7月に西日本豪雨災害が発生した。交通ネットワークの強靱性（レジリエンス）は質の高い交通の重要な要素と認識し、研究計画とは追加で災害後の交通のレジリエンス改善の価値の計測方法についても研究した。

（4-1）豪雨災害後のトリップ分布の日変動の計測

豪雨災害後の交通ネットワークの復旧過程では、短期間で道路の啓開、復旧工事を短期間で実施し、災害時BRTといった公共交通サービスの運行を行った。ETC2.0、トラフィックカウンター、AIカメラ、プローブカーなどから得られる交通観測データを組み合わせて、災害時におけるトリップ分布の日変動を識別し、復興計画に活用するための計測手法について開発し検討した。この成果を国内外の学会に学術論文として公表した。

（4-2）交通ネットワーク被災時の発生・集中・内々交通量及び旅行時間の変動特性の計測

被災時のETC2.0やトラフィックカウンターなどの交通観測データに加えて、モバイル空間統計ほかのパッシブデータを加えて、交通量および旅行時間の変動を検知し、超短期の予測を行うための計測手法について知見を得た。この成果を国内外の学会に学術論文として公表した。

⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

1. 安田万里, 藤原章正, 力石真 (2018) 動画を用いた自動運転システムに対するリスク認知の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 57 (CD-ROM).
2. Moriwaki, T., Chikaraishi, M., Fujiwara, A. (2018) Numerical simulation on the feasibility of ride-sharing system in rural areas of Japan, Presented at the International Conference on Smart Mobility and Logistics in Future Cities, October 18-20, Hong Kong, 2018.
3. Namgung H. et al.(2019) Estimating Heterogeneous Value of time for an Integrated Transport between Passenger and Goods: A Case study in a Japanese Rural area, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies 13, 1321-1332.
4. 山本大峻他 (2019) 中山間地域を対象とした貨客混載デマンドバスの乗客スケジュール効用関数の推定, 土木学会中国支部研究発表会, 71 (CD-ROM).
5. 遠藤寛之他 (2019) 安全性に着目したグリーンスローモビリティの導入可能性の検討: 島根県大田市・石見銀山大森地区を例として, 交通工学研究発表会論文集, 39, 31-36.
6. 小川敦史他 (2019) VR選択実験による自動運転バスとLRTの協調サービスの受容性分析, 土木学会中国支部研究発表会, 71 (CD-ROM).
7. Kakujo R. et al. (2020) Heterogenous effects of multitasking in autonomous vehicles on residential location choice behavior, TRB 2020 (CD-ROM).
8. Fukui N. et al. (2020) A collective household model of driving cessation of older adults, in "Mapping the Travel Behavior Genome" (K.G. Goulias and A.W. Davis, eds), Paperback ISBN: 9780128173404, eBook ISBN: 9780128173411, Elsevier
9. Chikarashi M. et al. (2020), Risk perception and social acceptability of autonomous vehicles: A case study in Hiroshima, Japan, Transport Policy, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.05.014>

⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

< 刊行物、雑誌等 >

- 1) 藤原章正他 (2018) 高齢者の自動車運転免許保有の価値, 日交研シリーズ A-722.
- 2) 藤原章正他 (2019) 次世代モビリティサービス導入時のマルチタスク行動とその都市構造への影響, 日交研シリーズ A-752.
- 3) 藤原章正 (2020) 未来の都市像の実現に向けて—モビリティの計測と制御, 都市計画, 345, 22-25.

< 招待講演等 >

- 1) 2019年09月28日 "Light Rail Transit-oriented Urban Development", Presented at Rajamangala University of Technology, Thailand (約300名)
- 2) 2019年11月13日 "Quality transport in the era of auto sapiens", International Conference of Transportation Research and Innovation, Indonesia (約300名)
- 3) 2020年7月10日 "Connected Autonomous Bus and Light Rail Transit as Quality Public Transport in Post-Pandemic Smart City", International Webinar "Smart Cities: Beyond the Pandemics", BITS Pilani, India (約300名)

< 新聞報道等 >

- 1) 2019年11月5日 日本経済新聞「広島大、自動運転バスが路面電車軌道へ 世界初の実験」
- 2) 2019年11月5日 中国新聞「広電軌道でバス自動運転 世界初、広島大が17日実験」
- 3) 2019年11月19日 日刊自動車新聞「路面電車軌道に自動運転バス 広島大学、世界初の実証実験」
- 4) 2020年2月5日 日本農業新聞「ゆっくりすいすい 電気自動車(グリスロ) 農村の“足”期待」
- 5) 2020年7月17日～8月30日 スマジ交通ミュージアム令和2年度夏季企画展

⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

1. 多様な都市で大規模な実証実験の蓄積

2019年度に実施した自動運転バスとLRTの協調サービスの実証実験では、少人数であるもののモニターの利用意向が高く社会的受容性が確認され、技術的側面からシステムの導入可能性を検証することができた。今後は、条件の異なる多様な都市で同様の検証の蓄積が必要となる。

2. 多様な価値観を活かした合理的なサービス決定ルールの検討

2017年度に検討した中山間地域で運行する貨客混載サービスでは、時間価値の異なる利用者がひとつのサービスを共同で利用する(シェアリング)ときのサービス水準の決定原理として、功利主義やマクシミン原理などの適用性について検討した。今後も引き続き事例研究を重ねて、合理的な意思決定ルールの一般化を図る必要がある。

3. 新しい科学技術を使いこなす倫理観の醸成とリスクコミュニケーションの促進

本研究で実施したバーチャルリアリティを用いた仮想選択実験は、未知の先端的な開発技術を安全に社会に実装するための倫理観を醸成したり、利害関係者が立場を超えて相互にリスクコミュニケーションとる機会を提供したりする可能性がある。例えば交通事業のPIの道具として活用するなど、交通政策への波及効果について検討する必要がある。

⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

1. 自動運転バスの実用化に向けた法制度の整備

自動運転技術の本格的な社会実装に向けて保険制度を含めた国内での法制度の整備が急がれる。その上で、例えばアジア諸国との間で秩序と汎用性のある地域標準の策定に向けてイニシアティブをとることが求められる。

2. 包括的なモビリティ政策の検討と確実な実現

本研究で行った交通時間短縮策、アクセシビリティ改善策、コネクティビティ改善策、レジリエンス改善策は、いずれも質の高い交通時代のモビリティの価値を高めるために有効な施策である。質の高い交通時代においては、これらの施策の相互補完性を機能させることが必要であり、4つの施策を組み合わせた包括的なモビリティ政策の検討と確実な実現が求められる。

⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

研究目的の達成度、研究成果

少子高齢化社会における質の高いモビリティの価値について、4つの具体的な施策を取り上げて検討した。また、中国地方の市町を対象に現地の環境のもとで実証実験を重ねることで、その有効性を示すことができた。初期の目的を十分に達成したものとする。

今度の展望、道路政策の質の向上への寄与

本研究グループは、CASEやMaaSなどを含めた質の高い交通を実現するため、引き続き共同研究体制を維持し、本研究課題を発展させた新しい国際共同研究に着手している。国内にとどまらず国際的に道路政策の質の向上へ寄与することが期待できる。

研究費の投資価値

調整に時間を要した「自動運転バスとLRTの協調システムの世界初の実証実験」は、広くマスコミにより報道され、社会への影響と波及効果が大きかった。実験直後から自治体や交通事業者、博物館からの問合せやパネル出典等の依頼が続いた。また研究期間中に起きた豪雨災害後にはレジリエンスの価値という新たな研究課題を追加し、初期の目的を超える知見を得た。これらの成果は国内外の学术界から評価され、学術論文として数多く公表していることから、十分な投資価値があったと評価できる。